

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6977337号
(P6977337)

(45) 発行日 令和3年12月8日(2021.12.8)

(24) 登録日 令和3年11月15日(2021.11.15)

(51) Int. Cl. F 1
G06T 7/143 (2017.01) G06T 7/143
H04N 5/232 (2006.01) H04N 5/232 290

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2017-130202 (P2017-130202)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成29年7月3日(2017.7.3)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2019-12497 (P2019-12497A)	(74) 代理人	100079049 弁理士 中島 淳
(43) 公開日	平成31年1月24日(2019.1.24)	(74) 代理人	100084995 弁理士 加藤 和詳
審査請求日	令和2年3月10日(2020.3.10)	(74) 代理人	100099025 弁理士 福田 浩志
		(72) 発明者	田辺 聡 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		審査官	松浦 功

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 部位認識方法、装置、プログラム、及び撮像制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像の各位置を基準に大きさが異なる複数の部分画像を切り出し、
 各部分画像の大きさに対応し、かつ部分画像が予め定めた複数の部位の各々を示す画像である確率の各々を出力する部位検出器の各々を用いて、切り出した前記複数の部分画像の各々について出力される確率を統合したスコアを、前記各位置について算出し、
第1の部位について算出された前記スコアを、該第1の部位に隣接する第2の部位との相対位置関係に基づいて修正し、

修正された前記各位置についてのスコアに基づいて、前記入力画像中から前記複数の部位の各々を認識する

ことを含む処理をコンピュータが実行する部位認識方法。

【請求項2】

前記入力画像の各位置に対応する画素に、前記各位置について算出されたスコアを格納したヒートマップを作成し、

前記入力画像中から前記部位を認識する処理として、前記ヒートマップにおいて、前記スコアが最大の画素の座標を、前記部位の位置座標として特定する

請求項1に記載の部位認識方法。

【請求項3】

前記第2の部位についての前記第1の部位に対する相対位置毎の存在確率を示す確率分布モデルを用いて、前記第1の部位の位置に対する前記第2の部位の存在確率が高い位置

における該第 2 の部位の前記スコアが高いほど、前記第 1 の部位の位置に対応する前記ヒートマップのスコアが高くなるように修正する請求項 2 に記載の部位認識方法。

【請求項 4】

入力画像の各位置を基準に大きさが異なる複数の部分画像を切り出す切出部と、各部分画像の大きさに対応し、かつ部分画像が予め定めた複数の部位の各々を示す画像である確率の各々を出力する部位検出器の各々を用いて、切り出した前記複数の部分画像の各々について出力される確率を統合したスコアを、前記各位置について算出する算出部と、

第 1 の部位について算出された前記スコアを、該第 1 の部位に隣接する第 2 の部位との相対位置関係に基づいて修正し、修正された前記各位置についてのスコアに基づいて、前記入力画像中から前記複数の部位の各々を認識する特定部と、
を含む部位認識装置。

10

【請求項 5】

入力画像の各位置を基準に大きさが異なる複数の部分画像を切り出し、各部分画像の大きさに対応し、かつ部分画像が予め定めた複数の部位の各々を示す画像である確率の各々を出力する部位検出器の各々を用いて、切り出した前記複数の部分画像の各々について出力される確率を統合したスコアを、前記各位置について算出し、

第 1 の部位について算出された前記スコアを、該第 1 の部位に隣接する第 2 の部位との相対位置関係に基づいて修正し、

修正された前記各位置についてのスコアに基づいて、前記入力画像中から前記複数の部位の各々を認識する

20

ことを含む処理をコンピュータに実行させるための部位認識プログラム。

【請求項 6】

倍率及び撮像方向を変更可能な撮像装置と、請求項 4 に記載の部位認識装置と、前記入力画像中から認識された部位のうち、特定の部位を含む所定範囲の入力画面に占める割合が予め定めた閾値以上となるように、前記撮像装置の倍率及び撮像方向の少なくとも一方を制御する制御部と、

を含む撮像制御システム。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

開示の技術は、部位認識方法、部位認識装置、部位認識プログラム、及び撮像制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

カメラで撮像された画像から、対象物に含まれる部位を認識する技術が存在する。例えば、デジタル画像信号をフレーム単位での画像データとして記憶するバッファメモリ部と、その画像データから対象物（動画像領域）を抽出し、シルエット画像を生成する形状生成部とを備える時系列画像解析装置が提案されている。また、この装置は、シルエット画像を対象物の各部位の形状に対応する幾何学的なモデル形状や動作による形状変化の情報が記憶される対象物モデル部を備える。この装置は、さらに、形状生成部と対象物モデル部の出力から対象物の各部位の位置や傾斜角のパラメータを概念的に算出するパラメータ算出部と、算出されたパラメータ群全体をシルエット画像群に整合させる整合部と出力部とを備える。

40

【0003】

また、物体を撮影した画像を取得する画像入力部と、姿勢ごとに複数の部位の配置を規定する姿勢情報を保持する姿勢情報データベースとを備える姿勢推定装置が提案されている。また、この装置は、画像における複数の部位の配置と、姿勢情報との間で、部位ごとの相関度を算出するフィッティング部を備える。また、この装置は、姿勢情報に含まれる

50

部位のそれぞれの平行線成分に基づいて算出された、姿勢ごとに部位のそれぞれの位置の推定の難しさの度合いである推定難度を保持する難度情報テーブルを備える。さらに、この装置は、相関度に対して、推定難度に基づく重み付けを適用し、重み付けされた相関度に基づいて、物体の姿勢の推定を行う姿勢推定部を備える。

【0004】

また、関節を有する物体の姿勢状態を高精度に推定することができる姿勢状態推定装置が提案されている。この装置は、関節により接続された複数の部位を有する物体を撮影した画像データに基づいて物体の姿勢状態の推定を行う装置である。また、この装置は、画像データから、少なくとも2つ以上の部位について、各部位が位置することの尤もらしさの分布を示す尤度マップを生成する尤度マップ生成部と、姿勢状態に予め対応付けられた尤度マップである学習尤度マップとを備える。さらに、この装置は、画像データに基づいて生成された尤度マップである推定尤度マップとの一致度が高いとき、その学習尤度マップと対応付けられた姿勢状態を、物体の姿勢状態として推定する姿勢状態推定部を備える。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平8-214289号公報

【特許文献2】特開2013-125402号公報

【特許文献3】国際公開第2012/077287号

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

例えば、カメラで撮像された画像から、人などの対象物について、頭、右手、左手等の各部位を認識する場合、画像から所定サイズの部分画像を切り出し、部位検出器などを利用して、その部分画像が対象の部位を示す画像である確率を算出することが考えられる。

【0007】

しかし、画像内に対象物がどの程度の大きさで撮像されるかが不定の場合、切り出した部分画像に背景などの余分な物が写り込んでいたり、部位を認識するために必要な部分が含まれていなかったりする可能性がある。このような場合、部位の認識精度が低下する。

30

【0008】

開示の技術は、一つの側面として、画像から精度良く部位を認識することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

開示の技術は、一つの態様として、入力画像の各位置を基準に大きさが異なる複数の部分画像を切り出す。そして、各部分画像の大きさに対応し、かつ部分画像が予め定められた複数の部位の各々を示す画像である確率の各々を出力する部位検出器の各々を用いて、切り出した前記複数の部分画像の各々について出力される確率を統合したスコアを、前記各位置について算出する。さらに、第1の部位について算出された前記スコアを、該第1の部位に隣接する第2の部位との相対位置関係に基づいて修正し、修正された前記各位置についてのスコアに基づいて、前記入力画像中から前記複数の部位の各々を認識する。

40

【発明の効果】

【0010】

開示の技術は、一つの側面として、画像から精度良く部位を認識することができる、という効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態に係る部位認識装置の機能ブロック図である。

【図2】部位認識装置の処理を説明するための図である。

50

【図 3】複数のパッチ画像を切出す理由を説明するための図である。

【図 4】部位検出器の一例を示す図である。

【図 5】各部位のヒートマップの一例の概略図である。

【図 6】部位間の相対位置関係に基づくスコアの修正を説明するための図である。

【図 7】第 1 実施形態に係る部位認識装置として機能するコンピュータの概略構成を示すブロック図である。

【図 8】部位認識処理の一例を示す図である。

【図 9】比較手法 1、比較手法 2、及び本実施形態の手法の各々を用いて作成したヒートマップの一例を示す図である。

【図 10】比較手法、本実施形態の手法 1、及び本実施形態の手法 2 の各々により特定した部位毎の位置座標を、隣接部位間で接続して、人体画像に対応付けて画像化した一例を示す図である。

10

【図 11】第 2 実施形態に係る撮像制御システムの適用場面を説明するための図である。

【図 12】第 2 実施形態に係る撮像制御システムの概略構成を示すブロック図である。

【図 13】第 2 実施形態に係る部位認識装置として機能するコンピュータの概略構成を示すブロック図である。

【図 14】撮像制御処理の一例を示すフローチャートである。

【図 15】誤認識される可能性がある入力画像の一例を示す図である。

【図 16】全体画像内での対象物が小さい場合の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0012】

以下、図面を参照して開示の技術に係る実施形態の一例を詳細に説明する。

【0013】

< 第 1 実施形態 >

図 1 に示すように、第 1 実施形態に係る部位認識装置 10 は、例えばカメラなどで撮像された動画像をフレーム毎に入力画像 40 として受け付け、入力画像 40 における対象物の各部位の位置座標を特定した認識結果 42 を出力する。本実施形態では、対象物が人であり、頭、右手、左手等の予め定めた人体の各パーツを認識対象の部位とする場合について説明する。

【0014】

30

部位認識装置 10 は、機能部として、切出部 12 と、作成部 14 と、修正部 16 と、特定部 18 とを含む。作成部 14 は、開示の技術の算出部の一例である。また、部位認識装置 10 の所定の記憶領域には、複数の部位検出器 30、及び部位間相対係数 32 が記憶される。以下、各機能部について詳述する。

【0015】

切出部 12 は、入力画像 40 の各位置を基準に大きさが異なる複数のパッチ画像を切り出す。なお、パッチ画像は開示の技術の部分画像の一例である。例えば、切出部 12 は、入力画像 40 の各画素 (x, y) を中心として、サイズ番号 k (k = 0, 1, 2, …, K (K - 1 はサイズの種類数)) で識別される各サイズ (以下、「サイズ k」という) の領域をパッチ画像として切り出す。

40

【0016】

より具体的には、切出部 12 は、図 2 中の A に示すように、入力画像 40 の各画素を中心に、例えば、32 × 32 画素、64 × 32 画素、32 × 64 画素、64 × 64 画素の各サイズの領域をパッチ画像 44 の各々として切り出すことができる。なお、上記のサイズは一例であり、これらに限定されるものではなく、また、サイズの種類数も 4 種類に限定されず、2 又は 3 種類でもよいし、5 種類以上でもよい。

【0017】

ここで、切出部 12 が、大きさが異なる複数のパッチ画像を切り出す理由について説明する。入力画像 40 内に対象物である人がどの程度の大きさで撮像されているかが不定の場合には、以下のような問題が生じる。例えば、図 3 に示すように、固定の 1 種類のサイ

50

ズのパッチ画像として、入力画像 40 に対するサイズが比較的小さいパッチ画像 144A を切り出す場合と、比較的大きいパッチ画像 144B を切り出す場合とを考える。なお、図 3 の例は、認識対象部位が人の頭である場合を示している。

【0018】

入力画像 40 における対象物を示す領域の割合が少ない場合、すなわち入力画像 40 内の対象物が小さい場合は、図 3 の上図に示すように、小さいサイズのパッチ画像 144A では、頭を包含する適切な領域を切り出すことができる。一方、大きいサイズのパッチ画像 144B では、頭以外の身体の部位や背景なども多く含む領域を切り出すことになる。この場合、パッチ画像 144B に含まれる頭以外の部位や背景の影響により、パッチ画像 144B が示す部位が頭であると認識されない可能性が高まる。

10

【0019】

一方、入力画像 40 における対象物を示す領域の割合が多い場合、すなわち入力画像 40 内の対象物が大きい場合は、図 3 の下図に示すように、大きいサイズのパッチ画像 144B では、頭を包含する適切な領域を切り出すことができる。一方、小さいサイズのパッチ画像 144A では、頭の一部の領域しか切り出せない。この場合、パッチ画像 144A が頭であると認識するための情報が不足することになり、パッチ画像 144A が示す部位が頭であると認識されない可能性が高まる。

【0020】

これを解決するために、例えば、入力画像 40 内で人が存在する領域を認識して、人が存在する領域のサイズを正規化する処理を加えることで、人の大きさを一定に保つということが考えられる。しかし、例えば、人が正面を向いている場合には精度良く人が存在する領域を認識可能であるが、人が横向きの場合や、障害物に体の一部が隠れてしまっている場合などは、人が存在する領域を精度良く認識することは困難である。

20

【0021】

そこで、本実施形態の切出部 12 は、入力画像 40 内における対象物の大きさに依存せず、その対象物に含まれる認識対象の部位を適切に包含する領域をパッチ画像として切り出し可能とするために、大きさが異なる複数のパッチ画像 44 を切り出すものである。

【0022】

作成部 14 は、切出部 12 により切り出された複数のパッチ画像 44 の各々を、図 2 の B に示すように、各パッチ画像 44 のサイズに対応した部位検出器 30 に入力する。すなわち、サイズ k のパッチ画像 44 は、サイズ k の画像を入力及び処理可能な部位検出器 30 に入力される。

30

【0023】

部位検出器 30 は、入力されたパッチ画像 44 が予め定めた部位を示す画像である確率を出力する。本実施形態では、サイズ k に対応した部位検出器 30 は、サイズ k のパッチ画像 44 の各画素 (x, y) について、各パッチ画像 44 が部位 p を示す画像である確率 $P(p | (x, y, k))$ を出力する関数である。なお、 $x = 0, 1, 2, \dots, x_{max}$ (x_{max} はパッチ画像 44 の x 座標の最大値)、 $y = 0, 1, 2, \dots, y_{max}$ (y_{max} はパッチ画像 44 の y 座標の最大値)、 $k = 0, 1, 2, \dots, K$ 、 $p =$ 右手、頭、 \dots 、左手である。例えば、部位検出器 30 として、図 4 に示すような、Convolution Neural Networks (CNN) を適用することができる。

40

【0024】

作成部 14 は、入力画像 40 の画素 (x, y) を中心に切り出された複数のパッチ画像 44 の各々を入力として、各パッチ画像 44 のサイズに対応した部位検出器 30 の各々から出力された確率の各々を統合したスコアを部位毎に算出する。作成部 14 は、例えば、 $k = 0, 1, 2, \dots, K$ の各 $P(p | (x, y, k))$ の和、最大値、平均等をスコア $P(p | (x, y))$ として算出することができる。そして、作成部 14 は、図 2 の C に示すように、入力画像 40 の各画素位置に対応する画素に、入力画像 40 の画素 (x, y) について算出されたスコア $P(p | (x, y))$ を格納したヒートマップ $H(p)$ を部位 p 毎に作成する。部位 p のヒートマップ $H(p)$ は、下記 (1) 式で定義される 2 次

50

元ベクトルである。

【 0 0 2 5 】

【 数 1 】

$$H(p) = \begin{pmatrix} P(p|(0,0)) & \cdots & P(p|(x_{\max},0)) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P(p|(0,y_{\max})) & \cdots & P(p|(x_{\max},y_{\max})) \end{pmatrix} \quad (1)$$

【 0 0 2 6 】

例えば、作成部 1 4 は、図 5 に示すように、各画素 (x, y) に $P(\text{左手} | (x, y))$ が格納されたヒートマップ $H(\text{左手})$ 、 $P(\text{頭} | (x, y))$ が格納された $H(\text{頭})$ 、 \dots 、 $P(\text{右手} | (x, y))$ が格納された $H(\text{右手})$ を作成する。なお、各図に概略的に示すヒートマップ $H(p)$ では、各画素の濃度が濃いほど高いスコアが格納されていることを表す。

10

【 0 0 2 7 】

修正部 1 6 は、作成部 1 4 により作成された各部位 p のヒートマップ $H(p)$ の各画素のスコア $P(p | (x, y))$ を、隣接する部位間の相対位置関係の整合性が取れるように修正する（図 2 中の D）。以下では、スコア修正後の部位 p のヒートマップ $H(p)$ をスコアマップ $S(p)$ という。

【 0 0 2 8 】

20

具体的には、修正部 1 6 は、部位 p に隣接する部位 q についての部位 p に対する相対位置毎の存在確率を示す確率分布モデルを用いる。そして、修正部 1 6 は、部位 p の位置に対する部位 q の存在確率が高い位置における部位 q のヒートマップ $H(q)$ のスコアが高いほど、部位 p の位置に対応するスコアマップのスコアが高くなるように、ヒートマップの各スコアを修正する。

【 0 0 2 9 】

例えば、図 6 に示すように、右肘のヒートマップ $H(\text{右肘})$ において、スコアが同等の画素 A と画素 B とが離れた位置に存在し、右肘の位置座標の候補が複数存在しているとす。このとき、部位間の相対的な距離が離れ過ぎていたり、近過ぎていたりする場合は不適切であるから、右肘と隣接する右肩のヒートマップ $H(\text{右肩})$ において、スコアが高い画素 C との相対位置関係を考慮することで、右肘の位置座標の候補を絞ることができる。例えば、画素 C の位置が右肩である確率が高く、画素 C との位置関係に基づくと、右肘の位置は、画素 B の位置より画素 A の位置である確率が高いとする。この場合には、修正部 1 6 は、図 6 の下図に示すように、右肘のヒートマップ $H(p)$ の画素 A のスコアが高くなるように修正して、スコアマップ $S(p)$ とする。

30

【 0 0 3 0 】

上記のような修正を実現するための一例について説明する。部位 p のスコアマップ $S(p)$ を、例えば、混合ガウス分布を用いて、下記 (2) 式及び (3) 式のように定義する。

【 0 0 3 1 】

40

【数2】

$$S(p) = \begin{pmatrix} S_p(0,0) & \cdots & S_p(x_{\max},0) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ S_p(0,y_{\max}) & \cdots & S_p(x_{\max},y_{\max}) \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$S_p(x,y)$$

$$= H_p(x,y) + \sum_{q \in A(p)} \max_{(z,w)} \left\{ H_q(z,w) \cdot \sum_g a_{q,g} \cdot \exp(-c_{q,g} \cdot ((x-z)^2 + (y-w)^2)) \right\} \quad (3)$$

【0032】

ここで、 $S_p(x,y)$ は、スコアマップ $S(p)$ の (x,y) 成分、 $H_p(x,y)$ は、(1)式に示すヒートマップ $H(p)$ の (x,y) 成分、 $A(p)$ は、部位 p に隣接する部位 q の集合（例えば、 $p =$ 右肘の場合、 $q = \{$ 右手、右肩 $\}$ ）である。また、 $a_{q,g}$ 及び $c_{q,g}$ ($q \in A(p)$) は、部位間相対係数 32 であり、混合ガウス分布の形状を定める係数である。混合ガウス分布の形状は、上述したように、部位 p と部位 q との相対位置関係における部位 q の存在確率に基づいて定める。なお、 g は、混合ガウス分布に含まれるガウス分布の数である。また、 (z,w) は、ヒートマップ $H(q)$ の画素のうち、(3)式にスコアを反映させる画素、ヒートマップ $H(p)$ の画素 (x,y) に対応するヒートマップ $H(q)$ の画素を基準とした所定範囲に含まれる画素である。

【0033】

なお、(3)式では、第1項と第2項との和をとっているが、第1項と第2項との積や重み付和により、スコアマップ $S(p)$ のスコアを算出してもよい。

【0034】

特定部18は、修正部16で修正された各部位 p のスコアマップ $S(p)$ に基づいて、入力画像40中から部位 p を認識する。具体的には、特定部18は、スコアマップ $S(p)$ から、下記(4)式に示す、最大のスコアを持つ画素の位置座標 (x_p, y_p) を、入力画像40における部位 p の位置座標として特定する。

【0035】

【数3】

$$(x_p, y_p) = \arg \max_{x,y} S_p(x,y) \quad (4)$$

【0036】

特定部18は、部位 p 毎に特定した位置座標 (x_p, y_p) の集合を認識結果42として出力する(図2中のE)。

【0037】

部位認識装置10は、例えば図7に示すコンピュータ50で実現することができる。コンピュータ50は、Central Processing Unit(CPU)51と、一時記憶領域としてのメモリ52と、不揮発性の記憶部53とを備える。また、コンピュータ50は、表示装置、出力装置等の入出力装置が接続される入出力インターフェース(I/F)54と、記憶媒体59に対するデータの読み込み及び書き込みを制御するRead/Write(R/W)部55とを含む。また、コンピュータ50は、インターネット等のネットワークに接続される通信I/F56を備える。CPU51、メモリ52、記憶部53、入出力装置54、R/W部55、及び通信I/F56は、バス57を介して互いに接続される。

【0038】

記憶部53は、Hard Disk Drive(HDD)、Solid State Drive(SSD)、フラッシュメモリ等によって実現できる。記憶媒体としての記憶部53には、コンピュータ50を

10

20

30

40

50

、部位認識装置 10 として機能させるための部位認識プログラム 60 が記憶される。部位認識プログラム 60 は、切出プロセス 62 と、作成プロセス 64 と、修正プロセス 66 と、特定プロセス 68 とを有する。また、記憶部 53 は、各サイズ k のパッチ画像 44 に対応した複数の部位検出器 30、及び部位間相対係数 32 が記憶される情報記憶領域 80 を有する。

【0039】

CPU 51 は、部位認識プログラム 60 を記憶部 53 から読み出してメモリ 52 に展開し、部位認識プログラム 60 が有するプロセスを順次実行する。CPU 51 は、切出プロセス 62 を実行することで、図 1 に示す切出部 12 として動作する。また、CPU 51 は、作成プロセス 64 を実行することで、図 1 に示す作成部 14 として動作する。また、CPU 51 は、修正プロセス 66 を実行することで、図 1 に示す修正部 16 として動作する。また、CPU 51 は、特定プロセス 68 を実行することで、図 1 に示す特定部 18 として動作する。また、CPU 51 は、情報記憶領域 80 から複数の部位検出器 30、及び部位間相対係数 32 を読み出して、メモリ 52 に展開する。これにより、部位認識プログラム 60 を実行したコンピュータ 50 が、部位認識装置 10 として機能することになる。なお、プログラムを実行する CPU 51 はハードウェアである。

10

【0040】

次に、第 1 実施形態に係る部位認識装置 10 の作用について説明する。入力画像 40 が部位認識装置 10 に入力されると、部位認識装置 10 が、図 8 に示す部位認識処理を実行する。なお、部位認識処理は、開示の技術の部位認識方法の一例である。

20

【0041】

図 8 に示す部位認識処理のステップ S11 で、切出部 12 が、入力画像 40 の各画素 (x, y) を中心とするサイズ k ($k = 0, 1, 2, \dots, K$) の領域をパッチ画像 44 として切り出す。

【0042】

次に、ステップ S12 で、作成部 14 が、サイズ k のパッチ画像 44 を、サイズ k に対応した部位検出器 30 にそれぞれ入力する。そして、作成部 14 は、サイズ k に対応した部位検出器 30 の出力として、サイズ k のパッチ画像 44 の各画素 (x, y) について、パッチ画像 44 が部位 p を示す画像である確率 $P(p | (x, y, k))$ を得る。

【0043】

次に、ステップ S13 で、作成部 14 が、サイズ k に対応した部位検出器 30 から出力された確率 $P(p | (x, y, k))$ の各々を統合したスコア $P(p | (x, y))$ を部位 p 毎に算出する。そして、(1) 式に示すように、作成部 14 は、入力画像 40 の各画素位置に対応する画素に、入力画像 40 の画素 (x, y) について算出されたスコア $P(p | (x, y))$ を格納したヒートマップ $H(p)$ を部位 p 毎に作成する。

30

【0044】

次に、ステップ S14 で、修正部 16 が、各部位 p のヒートマップ $H(p)$ の各画素のスコア $P(p | (x, y))$ を、例えば (3) 式に従って、隣接する部位間の相対位置関係の整合性が取れるように修正し、(2) 式に示すようなスコアマップ $S(p)$ を作成する。なお、作成したスコアマップ $S(p)$ の成分 $S_p(x, y)$ を、(3) 式における $H_p(x, y)$ として、本ステップの処理を所定回数繰り返してもよい。これにより、スコアがより精度良く修正される。

40

【0045】

次に、ステップ S15 で、特定部 18 が、各部位 p のスコアマップ $S(p)$ から、(4) 式に示す、最大のスコアを持つ画素の位置座標 (x_p, y_p) を、入力画像 40 における部位 p の位置座標として特定する。

【0046】

次に、ステップ S16 で、特定部 18 が、部位 p 毎に特定した位置座標 (x_p, y_p) の集合を認識結果 42 として出力する。そして、処理はステップ S11 に戻る。

【0047】

50

なお、第1実施形態では、スコアマップから各部位の位置座標を特定する場合について説明したが、スコアマップを作成することなく、ヒートマップから各部位の位置座標を特定してもよい。

【0048】

以上説明したように、第1実施形態に係る部位認識装置10は、入力画像から複数のサイズのパッチ画像を切り出す。これにより、部位認識装置10は、入力画像における各部位の大きさに依存することなく、適切に部位を包含したパッチ画像を切り出せる可能性が高まる。そして、部位認識装置10は、各サイズに対応した部位検出器に各パッチ画像を入力して、各パッチ画像が各部位を示す画像である確率を算出する。さらに、部位認識装置10は、各部位検出器により算出された確率を統合した各画素のスコアを用いて、入力画像における部位を認識する。これにより、部位認識精度を向上させることができる。

10

【0049】

また、部位認識装置10は、部位間の相対位置関係に基づいて、各画素に対応するスコアを修正し、修正したスコアに基づいて、各部位の位置座標を特定する。これにより、部位認識精度をより向上させることができる。

【0050】

ここで、図9に、対象部位を左手とするヒートマップについて、比較手法1、比較手法2、及び本実施形態の手法の各々を用いて作成したヒートマップの一例を示す。なお、比較手法1は、 64×64 画素の単一のパッチ画像でヒートマップを作成する手法、比較手法2は、 64×32 画素の単一のパッチ画像でヒートマップを作成する手法である。また、本実施形態の手法としては、 64×64 画素、 32×64 画素、 64×32 画素、 32×32 画素の4つのパッチ画像でヒートマップを作成する場合を適用している。図9に示すように、比較手法1及び比較手法2の場合に比べ、本実施形態の手法により作成したヒートマップの方が、スコアの高い画素の領域が集中しており、精度良く左手の位置座標を特定できることが分かる。

20

【0051】

また、図10に、比較手法、本実施形態の手法1、及び本実施形態の手法2の各々により特定した部位毎の位置座標を、隣接部位間で接続して、人体画像に対応付けて画像化した例を示す。なお、比較手法は、単一のパッチ画像から作成したヒートマップに基づいて各部位の位置座標を特定する手法である。また、本実施形態の手法1は、複数サイズのパッチ画像から作成したヒートマップに基づいて各部位の位置座標を特定する手法である。また、本実施形態の手法2は、複数サイズのパッチ画像から作成したヒートマップを、部位間の相対位置関係に基づいて修正したスコアマップに基づいて各部位の位置座標を特定する手法である。図10に示すように、比較手法よりも本実施形態の手法1の方が精度良く、また、本実施形態の手法1よりも本実施形態の手法2の方が精度良く各部位の位置座標が特定できていることが分かる。

30

【0052】

<第2実施形態>

次に、第2実施形態について説明する。第2実施形態では、例えば、図11に示すように、駐車場や敷地内に侵入した不審者を撮像するカメラシステムなどに適用可能な撮像制御システムについて説明する。

40

【0053】

図12に示すように、撮像制御システム200は、カメラ35と、部位認識装置210とを含む。部位認識装置210は、機能部として、取得部20と、制御部22とを含み、特定部18に替えて特定部218を含む点が、第1実施形態における部位認識装置10と異なる。

【0054】

取得部20は、カメラ35で撮像され、出力された動画データの各フレーム画像を取得する。取得部20は、カメラ35の倍率が初期値に設定されている状態で撮像された動画データのフレーム画像を取得した場合には、取得したフレーム画像を入力画像40(

50

全体画像)として切出部12に受け渡す。また、取得部20は、カメラ35の倍率が拡大された倍率(詳細は後述)に設定されている状態で撮像された動画像データのフレーム画像を取得した場合には、全体画像と共に、特定部218から出力される認識結果と対応付けて出力する。

【0055】

特定部218は、修正部16によりスコアマップ $S(p)$ が作成された複数の部位 p のうち、特定の部位 p' についてのスコアマップ $S(p')$ の最大スコアが所定の閾値以上か否かを判定する。特定部218は、最大スコアが所定の閾値以上の場合には、最大スコアが格納された画素の位置座標 $(x_{p'}, y_{p'})$ を、特定部位 p' の位置座標として特定する。特定部218は、特定した特定部位 p' の位置座標 $(x_{p'}, y_{p'})$ を認識結果242として出力すると共に、制御部22へ通知する。なお、認識結果242には、特定部位 p' の位置座標 $(x_{p'}, y_{p'})$ だけでなく、第1実施形態と同様に、他の部位 p の位置座標 (x_p, y_p) を含めてもよい。

10

【0056】

制御部22は、特定部218から通知された位置座標 $(x_{p'}, y_{p'})$ と、予め保持している、カメラ35の画素数や設置位置の情報とに基づいて、特定部位 p' がカメラ35の画角にいったいに収まるように、カメラ35の倍率及び角度を制御する。具体的には、制御部22は、通知された位置座標 $(x_{p'}, y_{p'})$ を中心として、特定部位 p' を示す範囲として予め定めた領域がカメラ35の画角となるような倍率、及び撮像方向を実現するカメラ35の角度(パン角及びチルト角)を算出する。制御部22は、算出した倍率及び角度をカメラ35に設定する。これにより、設定された倍率及び角度となるようにカメラ35の駆動部が駆動し、カメラ35により特定部位 p' の拡大画像が撮像される。

20

【0057】

なお、特定部位 p' は、撮像制御システム200の用途に応じて予め定めておく。例えば、防犯対策のためのカメラシステムに撮像制御システム200を適用する場合、不審者の顔や、凶器等を持っている可能性がある手元の画像が重要であるため、特定部位 p' として、頭や手を定めておけばよい。

【0058】

部位認識装置210は、第1実施形態と同様に、コンピュータ50で実現することができる。例えば図13に示すように、コンピュータ50の入出力I/F54にはカメラ35が接続される。また、コンピュータ50は、通信I/F56を介して、例えば警備会社などに設置された外部装置と接続される。

30

【0059】

記憶媒体としての記憶部53には、コンピュータ50を、部位認識装置210として機能させるための部位認識プログラム260が記憶される。部位認識プログラム260は、切出プロセス62と、作成プロセス64と、修正プロセス66と、特定プロセス268と、取得プロセス70と、制御プロセス72とを有する。

【0060】

CPU51は、部位認識プログラム260を記憶部53から読み出してメモリ52に展開し、部位認識プログラム260が有するプロセスを順次実行する。CPU51は、特定プロセス268を実行することで、図12に示す特定部218として動作する。また、CPU51は、取得プロセス70を実行することで、図12に示す取得部20として動作する。また、CPU51は、制御プロセス72を実行することで、図12に示す制御部22として動作する。他のプロセスについては、第1実施形態における部位認識プログラム60と同様である。これにより、部位認識プログラム260を実行したコンピュータ50が、部位認識装置210として機能することになる。

40

【0061】

次に、第2実施形態に係る撮像制御システム200の作用について説明する。撮像制御システム200の開始が指示されると、部位認識装置210が、図14に示す撮像制御処理を実行する。なお、撮像制御処理は、開示の技術の部位認識処理の一例である。

50

【 0 0 6 2 】

ステップ S 2 1 で、制御部 2 2 が、カメラ 3 5 の倍率及び角度を初期値に設定し、カメラ 3 5 に撮像の開始を指示する。これにより、カメラ 3 5 が設定された倍率及び角度で撮像を開始し、動画像データを出力する。

【 0 0 6 3 】

次に、ステップ S 2 2 で、取得部 2 0 が、カメラ 3 5 から出力された動画像データのフレーム画像を 1 つ取得し、入力画像 4 0 (全体画像)として切出部 1 2 に受け渡す。

【 0 0 6 4 】

次に、ステップ S 2 3 で、部位認識処理が実行される。部位認識処理は、第 1 実施形態における部位認識処理 (図 8) のステップ S 1 1 ~ S 1 4 と同様である。

10

【 0 0 6 5 】

次に、ステップ S 2 4 で、特定部 2 1 8 が、修正部 1 6 によりスコアマップ S (p) が作成された複数の部位 p のうち、特定の部位 p ' についてのスコアマップ S (p ') の最大スコアが所定の閾値以上か否かを判定する。最大スコアが閾値以上の場合には、処理はステップ S 2 5 へ移行し、閾値未満の場合には、処理はステップ S 2 1 に戻る。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 2 5 では、特定部 2 1 8 が、スコアマップ S (p ') において最大スコアが格納された画素の位置座標 (x _{p'} , y _{p'}) を、特定部位 p ' の位置座標として特定する。特定部 2 1 8 は、特定した特定部位 p ' の位置座標 (x _{p'} , y _{p'}) を制御部 2 2 へ通知する。

20

【 0 0 6 7 】

次に、ステップ S 2 6 で、制御部 2 2 が、特定部 2 1 8 から通知された位置座標 (x _{p'} , y _{p'}) を中心として、特定部位 p ' に応じた領域がカメラ 3 5 の画角となるような倍率及び角度を算出し、算出した倍率及び角度をカメラ 3 5 に設定する。これにより、設定された倍率及び角度となるようにカメラ 3 5 の駆動部が駆動し、カメラ 3 5 により特定部位 p ' の拡大画像が撮像され、出力される。

【 0 0 6 8 】

次に、ステップ S 2 7 で、取得部 2 0 が、カメラ 3 5 から出力された特定部位 p ' の拡大画像を取得する。

【 0 0 6 9 】

次に、ステップ S 2 8 で、特定部 2 1 8 が、上記ステップ S 2 5 で特定した特定部位 p ' の位置座標 (x _{p'} , y _{p'}) を認識結果 2 4 2 として出力する。また、取得部 2 0 が、上記ステップ S 2 2 で取得した全体画像と、上記ステップ S 2 7 で取得した特定部位 p ' の拡大画像とを、特定部 2 1 8 から出力される認識結果 2 4 2 と対応付けて出力する。

30

【 0 0 7 0 】

次に、ステップ S 2 9 で、制御部 2 2 が、カメラ 3 5 の倍率を初期値に戻し、処理はステップ S 2 2 に戻る。ここで、カメラ 3 5 の角度は上記ステップ S 2 5 で設定された角度のままとする。これにより、前のフレーム画像で認識された特定部位 p ' を含む同一の対象物が、次のフレーム画像においても検出される可能性が高く、対象物の追跡が可能となる。なお、対象物の追跡処理としては、上記の例に限定されず、フレーム画像間で特徴点を対応付けるなど、従来既知の手法を適用することができる。

40

【 0 0 7 1 】

以上説明したように、第 2 実施形態に係る撮像制御システム 2 0 0 によれば、第 1 実施形態と同様の部位認識処理により、精度良く対象物の各部位を認識することができる。例えば、図 1 5 に示すような対象物とは異なる物体の一部が対象物の部位として誤認識されることを抑制できる。そして、撮像制御システム 2 0 0 は、精度良く認識された部位のうち、特定部位が拡大して撮像されるようにカメラの倍率及び角度を制御する。そのため、例えば、図 1 6 に示すように、全体画像内での対象物が小さい場合でも、特定部位の拡大画像として、解像度の高い画像を出力することができる。これにより、例えば、部位認識装置から出力される対象部位の拡大画像を目視して監視したり、画像解析して不審者等を

50

特定したりする場合などに、解像度の高い画像を用いることができる。

【0072】

なお、上記各実施形態では、認識対象の部位が人体の各パーツである場合について説明したが、これに限定されない。

【0073】

また、上記各実施形態では、部位認識プログラム60、260が記憶部53に予め記憶（インストール）されている態様を説明したが、これに限定されない。開示の技術に係るプログラムは、CD-ROM、DVD-ROM、USBメモリ等の記憶媒体に記憶された形態で提供することも可能である。

【0074】

以上の各実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

【0075】

（付記1）

入力画像の各位置を基準に大きさが異なる複数の部分画像を切り出し、
各部分画像の大きさに対応し、かつ部分画像が予め定めた部位を示す画像である確率を出力する部位検出器の各々を用いて、切り出した前記複数の部分画像の各々について出力される確率を統合したスコアを、前記各位置について算出し、
算出された前記各位置についてのスコアに基づいて、前記入力画像中から前記部位を認識する

ことを含む処理をコンピュータが実行する部位認識方法。

【0076】

（付記2）

前記入力画像の各位置に対応する画素に、前記各位置について算出されたスコアを格納したヒートマップを作成し、
前記入力画像中から前記部位を認識する処理として、前記ヒートマップにおいて、前記スコアが最大の画素の座標を、前記部位の位置座標として特定する

付記1に記載の部位認識方法。

【0077】

（付記3）

前記部位検出器は、前記部分画像が予め定めた複数の部位の各々である確率の各々を出力し、
第1の部位について算出された前記スコアを、該第1の部位に隣接する第2の部位との相対位置関係に基づいて修正する

付記2に記載の部位認識方法。

【0078】

（付記4）

前記第2の部位についての前記第1の部位に対する相対位置毎の存在確率を示す確率分布モデルを用いて、前記第1の部位の位置に対する前記第2の部位の存在確率が高い位置における該第2の部位の前記スコアが高いほど、前記第1の部位の位置に対応する前記ヒートマップのスコアが高くなるように修正する付記3に記載の部位認識方法。

【0079】

（付記5）

入力画像の各位置を基準に大きさが異なる複数の部分画像を切り出す切出部と、
各部分画像の大きさに対応し、かつ部分画像が予め定めた部位を示す画像である確率を出力する部位検出器の各々を用いて、前記切出部により切り出された前記複数の部分画像の各々について出力される確率を統合したスコアを、前記各位置について算出する算出部と、

算出された前記各位置についてのスコアに基づいて、前記入力画像中から前記部位を認識する特定部と、

を含む部位認識装置。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

(付 記 6)

前記算出部は、前記入力画像の各位置に対応する画素に、前記各位置について算出されたスコアを格納したヒートマップを作成し、

前記特定部は、前記ヒートマップにおいて、前記スコアが最大の画素の座標を、前記部位の位置座標として特定する

付記 5 に記載の部位認識装置。

【 0 0 8 1 】

(付 記 7)

前記部位検出器は、前記部分画像が予め定めた複数の部位の各々である確率の各々を出力し、

前記算出部により第 1 の部位について算出された前記スコアを、該第 1 の部位に隣接する第 2 の部位との相対位置関係に基づいて修正する修正部をさらに含む

付記 6 に記載の部位認識装置。

10

【 0 0 8 2 】

(付 記 8)

前記修正部は、前記第 2 の部位についての前記第 1 の部位に対する相対位置毎の存在確率を示す確率分布モデルを用いて、前記第 1 の部位の位置に対する前記第 2 の部位の存在確率が高い位置における該第 2 の部位の前記スコアが高いほど、前記第 1 の部位の位置に対応する前記ヒートマップのスコアが高くなるように修正する付記 7 に記載の部位認識装置。

20

【 0 0 8 3 】

(付 記 9)

入力画像の各位置を基準に大きさが異なる複数の部分画像を切り出し、

各部分画像の大きさに対応し、かつ部分画像が予め定めた部位を示す画像である確率を出力する部位検出器の各々を用いて、切り出した前記複数の部分画像の各々について出力される確率を統合したスコアを、前記各位置について算出し、

算出された前記各位置についてのスコアに基づいて、前記入力画像中から前記部位を認識する

ことを含む処理をコンピュータに実行させるための部位認識プログラム。

30

【 0 0 8 4 】

(付 記 1 0)

前記入力画像の各位置に対応する画素に、前記各位置について算出されたスコアを格納したヒートマップを作成し、

前記入力画像中から前記部位を認識する処理として、前記ヒートマップにおいて、前記スコアが最大の画素の座標を、前記部位の位置座標として特定する

付記 9 に記載の部位認識プログラム。

【 0 0 8 5 】

(付 記 1 1)

前記部位検出器は、前記部分画像が予め定めた複数の部位の各々である確率の各々を出力し、

第 1 の部位について算出された前記スコアを、該第 1 の部位に隣接する第 2 の部位との相対位置関係に基づいて修正する

付記 1 0 に記載の部位認識プログラム。

40

【 0 0 8 6 】

(付 記 1 2)

前記第 2 の部位についての前記第 1 の部位に対する相対位置毎の存在確率を示す確率分布モデルを用いて、前記第 1 の部位の位置に対する前記第 2 の部位の存在確率が高い位置における該第 2 の部位の前記スコアが高いほど、前記第 1 の部位の位置に対応する前記ヒートマップのスコアが高くなるように修正する付記 1 1 に記載の部位認識プログラム。

50

【 0 0 8 7 】

(付 記 1 3)

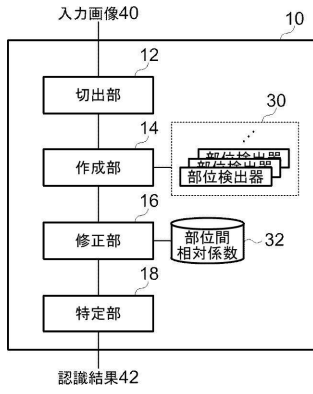
倍率及び撮像方向を変更可能な撮像装置と、
 付記5～付記8のいずれか1項に記載の部位認識装置と、
 前記入力画像中から認識された部位のうち、特定の部位を含む所定範囲の入力画面に占める割合が予め定めた閾値以上となるように、前記撮像装置の倍率及び撮像方向の少なくとも一方を制御する制御部と、
 を含む撮像制御システム。

【 符号の説明 】

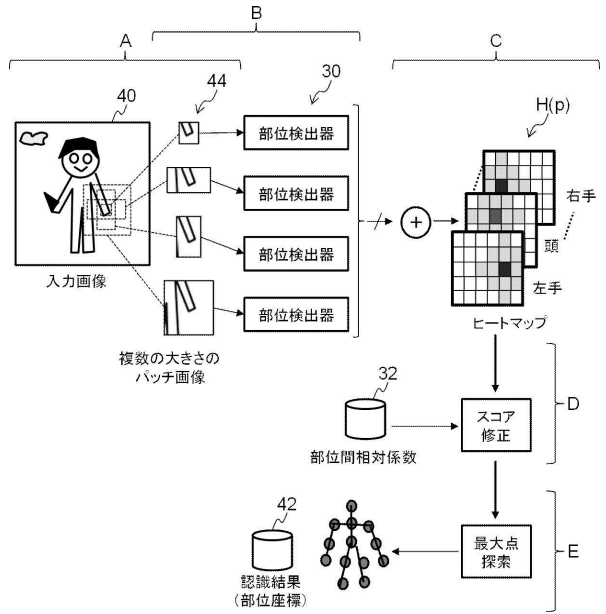
【 0 0 8 8 】

10、210	部位認識装置	10
12	切出部	
14	作成部	
16	修正部	
18、218	特定部	
20	取得部	
22	制御部	
30	部位検出器	
32	部位間相対係数	
35	カメラ	20
40	入力画像	
42、242	認識結果	
44	パッチ画像	
50	コンピュータ	
51	CPU	
52	メモリ	
53	記憶部	
59	記憶媒体	
60、260	部位認識プログラム	
200	撮像制御システム	30

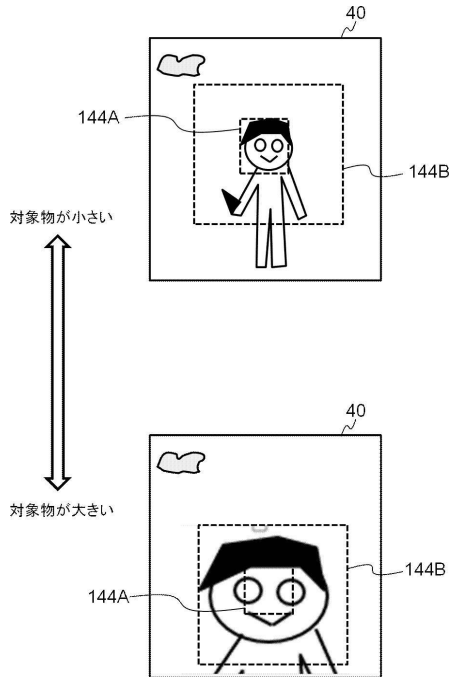
【図1】



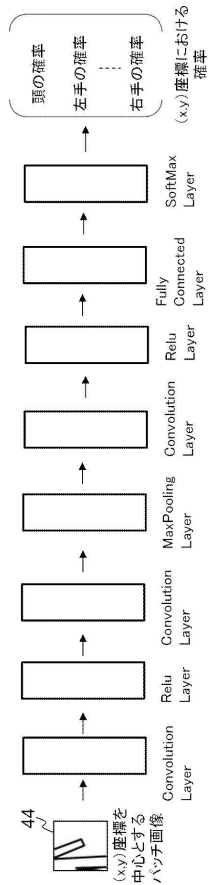
【図2】



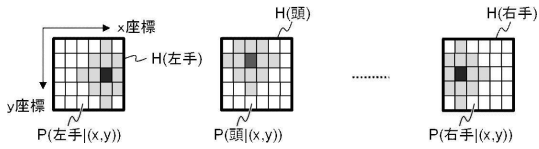
【図3】



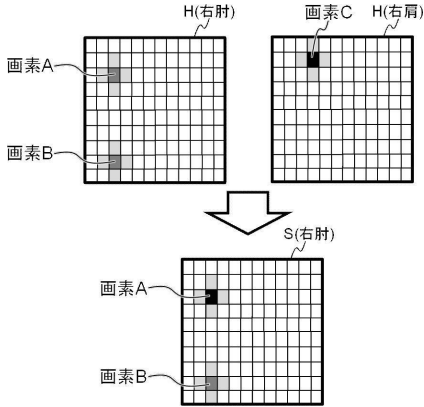
【図4】



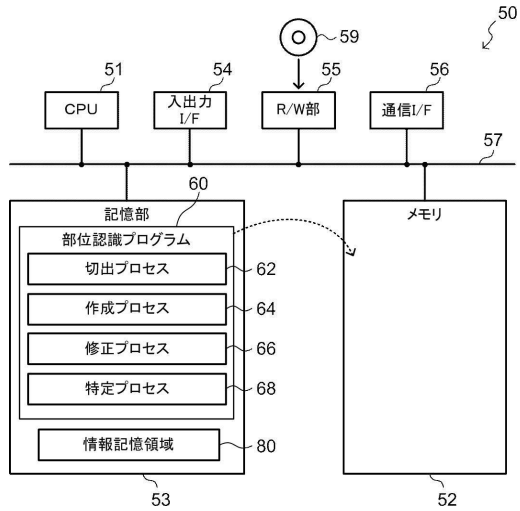
【図5】



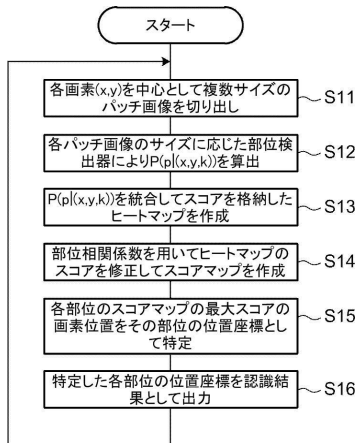
【図6】



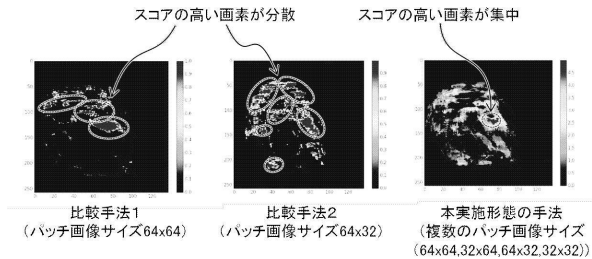
【図7】



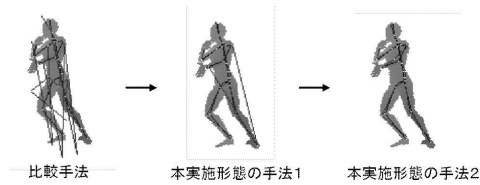
【図8】



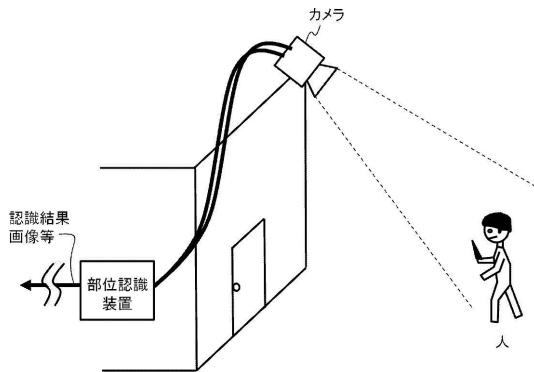
【図9】



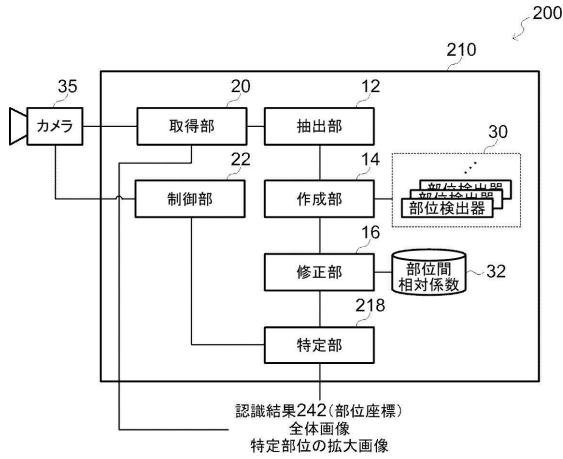
【図10】



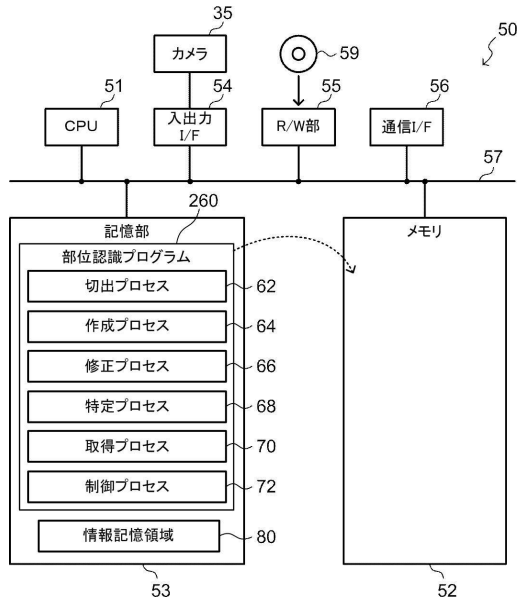
【図11】



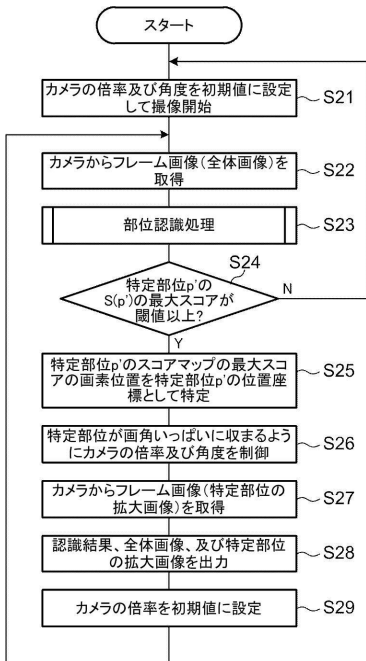
【図12】



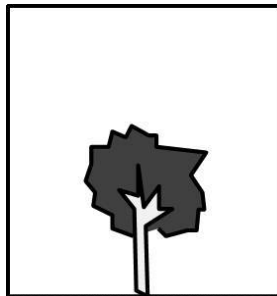
【図13】



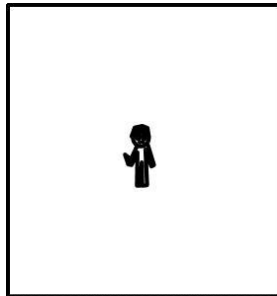
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-025902(JP,A)
特開2015-230715(JP,A)
特開2013-210968(JP,A)
特開2009-005239(JP,A)
特開2015-167008(JP,A)
特開2004-199669(JP,A)
特開2013-206259(JP,A)
特開2010-160640(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 7/00 - 7/90
H04N 5/232
G06T 1/00
IEEE Xplore